

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-309856  
(P2003-309856A)

(43) 公開日 平成15年10月31日 (2003. 10. 31)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 4 N 9/04		H 0 4 N 9/04	Z 2 H 0 8 3
G 0 3 B 11/00		G 0 3 B 11/00	5 C 0 2 2
H 0 4 N 5/225		H 0 4 N 5/225	D 5 C 0 6 5
			Z

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2002-114262(P2002-114262)

(22) 出願日 平成14年4月17日 (2002. 4. 17)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 光永 知生

東京都品川区東五反田1丁目14番10号 株

式会社ソニー木原研究所内

(74) 代理人 100082131

弁理士 稲本 義雄

Fターム(参考) 2H083 AA02 AA26 AA33

5C022 AB13 AC55 AC69

5C065 AA06 BB38 BB48 CC01 EE03

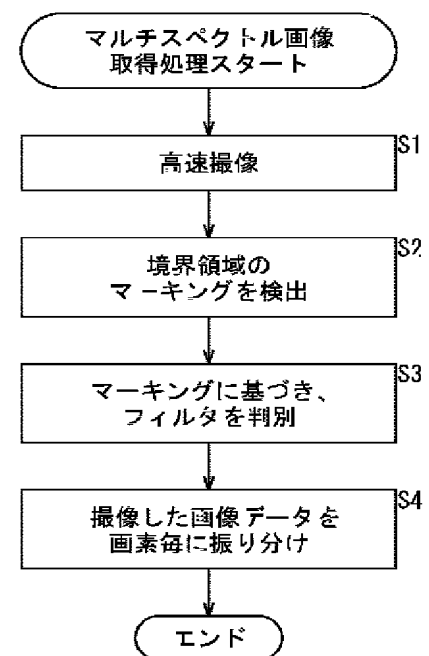
(54) 【発明の名称】 撮像装置および方法、記録媒体、並びにプログラム

(57) 【要約】

【課題】 動きのある被写体のスペクトル画像を取得する。

【解決手段】 ステップS1で、高速撮像部は、被写体の光学像を光電変換することによって高速画像信号を生成する。ステップS2で、フィルタ判別部は、高速画像信号を解析することによって境界領域のマーキングを検出し、ステップS3で、検出したマーキングのパターンに基づき、マーキングの前後に配置されている分光フィルタの種類を判別し、対応するフィルタ判別信号を生成して仕分け部に出力する。ステップS4で、仕分け部は、フィルタ判別信号に基づき、高速画像信号を構成する画素データをチャンネル毎に設けられた、内蔵するフレームメモリに振り分け、フィルタ円盤が1回転する毎にフレームメモリに蓄積された画素データを、8チャンネル分のスペクトル画像として出力する。本発明は、例えば、マルチスペクトルカメラに適用することができる。

図10



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の異なるフィルタにそれぞれ対応する複数のチャンネル画像を撮像する撮像装置において、前記異なる複数のフィルタを順次切り替えるフィルタ切替手段と、被写体を高フレームレートで連続的に撮像し、画像信号を生成する高速撮像手段と、高速撮像手段によって生成された前記画像信号に基づき、前記画像信号を構成する画素データ毎に対応する前記フィルタの種類を判別するフィルタ判別手段と、前記フィルタ判別手段の判別結果に基づき、高速撮像手段によって生成された前記画像信号を構成する前記画素データを、対応する前記フィルタ毎に分別する分別手段とを含むことを特徴とする撮像装置。

【請求項2】 前記異なる複数のフィルタは、光の透過帯域が異なる複数の分光フィルタであることを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項3】 前記フィルタ切替手段は、前記異なる複数のフィルタが順次配置されたフィルタ盤を含み、前記フィルタ盤における異なる前記フィルタ間の境界領域には、前記境界領域を挟む異なる2種類の前記フィルタを特定可能なマークが設けられており、前記フィルタ判別手段は、前記マークを検出することを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項4】 前記フィルタ盤は、円形であって前記異なる複数のフィルタが円周状に配置されており、前記マークは、円形の前記フィルタ盤の中心から放射状に設けられていることを特徴とする請求項3に記載の撮像装置。

【請求項5】 前記フィルタ盤の前記境界領域に設けられた前記マークは、所定の方向から照射されるマーク検出光を、前記高速撮像手段の方向に透過させることを特徴とする請求項3に記載の撮像装置。

【請求項6】 前記高速撮像手段は、撮像する前記画像信号の水平方向が、円形の前記フィルタ盤の半径と平行となるように配置されており、前記フィルタ判別手段は、高速撮像手段によって生成された前記画像信号の水平方向の画素データ列に基づき、前記マークを検出することを特徴とする請求項3に記載の撮像装置。

【請求項7】 前記フィルタ判別手段は、高速撮像手段によって生成された前記画像信号の水平方向の画素データ列をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、前記フーリエ変換手段の出力を、予め用意されている参照データ系列とパターンマッチングするパターンマッチング手段とを含むことを特徴とする請求項6に記載の撮像装置。

【請求項8】 前記高速撮像手段は、前記被写体を高フ

レームレートで連続的に撮像して、高速画像信号および加算画像信号を生成し、

前記フィルタ判別手段は、前記高速撮像手段によって生成された前記高速画像信号に基づき、前記画像信号を構成する画素データ毎に対応する前記フィルタの種類を判別し、

前記分別手段は、前記フィルタ判別手段の判別結果に基づき、高速撮像手段によって生成された前記加算画像信号を構成する前記画素データを、対応する前記フィルタ毎に分別することを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項9】 複数の異なるフィルタにそれぞれ対応する複数のチャンネル画像を撮像する撮像装置の撮像方法において、

前記異なる複数のフィルタを順次切り替えるフィルタ切替ステップと、

被写体を高フレームレートで連続的に撮像し、画像信号を生成する高速撮像ステップと、

高速撮像ステップの処理で生成された前記画像信号に基づき、前記画像信号を構成する画素データ毎に対応する前記フィルタの種類を判別するフィルタ判別ステップと、

前記フィルタ判別ステップの処理での判別結果に基づき、高速撮像ステップの処理で生成された前記画像信号を構成する前記画素データを、対応する前記フィルタ毎に分別する分別ステップとを含むことを特徴とする撮像方法。

【請求項10】 複数の異なるフィルタにそれぞれ対応する複数のチャンネル画像を撮像するためのプログラムであって、

前記異なる複数のフィルタを順次切り替える処理を制御するフィルタ切替制御ステップと、

被写体を高フレームレートで連続的に撮像し、画像信号を生成する処理を制御する高速撮像制御ステップと、

高速撮像制御ステップの処理によって生成された前記画像信号に基づき、前記画像信号を構成する画素データ毎に対応する前記フィルタの種類を判別するフィルタ判別ステップと、

前記フィルタ判別ステップの処理での判別結果に基づき、高速撮像制御ステップの処理によって生成された前記画像信号を構成する前記画素データを、対応する前記フィルタ毎に分別する分別ステップとを含むことを特徴とするコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されている記録媒体。

【請求項11】 複数の異なるフィルタにそれぞれ対応する複数のチャンネル画像を撮像するためのコンピュータに、

前記異なる複数のフィルタを順次切り替える処理を制御するフィルタ切替制御ステップと、

被写体を高フレームレートで連続的に撮像し、画像信号

を生成する処理を制御する高速撮像制御ステップと、高速撮像制御ステップの処理によって生成された前記画像信号に基づき、前記画像信号を構成する画素データ毎に対応する前記フィルタの種類を判別するフィルタ判別ステップと、前記フィルタ判別ステップの処理での判別結果に基づき、高速撮像制御ステップの処理によって生成された前記画像信号を構成する前記画素データを、対応する前記フィルタ毎に分別する分別ステップとを実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、撮像装置および方法、記録媒体、並びにプログラムに関し、例えば、円盤上に配置された異なる複数のフィルタを順次切り替えながら複数のチャンネル画像を撮影する場合に用いて好適な撮像装置および方法、並びにプログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】印刷、出版、医療、工業検査等の分野において、被写体の色を正確に再現するために、被写体の正確な分光特性を取得することができるマルチスペクトルカメラが利用されている。マルチスペクトルカメラは、透過する光の帯域が異なる複数の分光フィルタを用い、特定周波数帯域だけの情報を有する複数の画像（以下、スペクトル画像と記述する）を撮影する。各分光フィルタを用いて撮影された画像は、それぞれ1チャンネル分のスペクトル画像とされるので、例えば3板式CCD (Charge Coupled Device) が搭載されたカメラが3チャンネル分のスペクトル画像を取得できることに對し、マルチスペクトルカメラは、分光フィルタの数と同数のスペクトル画像を取得できることになる。

【0003】マルチスペクトルカメラには、代表的な2種類の方式が存在する。

【0004】第1の方式としては、回転フィルタ式を挙げることができる。回転フィルタ式のマルチスペクトルカメラは、複数の分光フィルタが配置された円盤を撮像素子の前で回転させることにより、順次、分光フィルタを切り替えて撮影するようになされている。

【0005】回転フィルタ式のマルチスペクトルカメラは、円盤上の異なる分光フィルタ同士の境界が画枠にかかる期間において露光することができないので、例えばステップモータで円盤の回転を制御するか、あるいは円盤の回転をサーボ制御することによって撮像素子の露光タイミングと分光フィルタの切り替えタイミングとを正確に同期させることが必要となる。現状では、10チャンネル分のスペクトル画像を撮影する場合、1秒当たり3枚程度の出力画像を取得することができる（すなわち、1秒間に約30枚のスペクトル画像を撮影することができる）。

【0006】第2の方式としては、チューナブルフィル

タ方式を挙げることができる。チューナブルフィルタ式のマルチスペクトルカメラは、電圧制御によって液晶チューナブルフィルタの分光特性を順次変更して撮影するようになされている。現状では、電圧制御に対して液晶チューナブルフィルタが分光特性を変化させる反応時間が50ミリ秒程度であるので、10チャンネル分のスペクトル画像を撮影する場合、1枚の出力画像を取得するために、 $(50 \text{ ミリ秒} \times 10 + (\text{露光時間}) \times 10)$ だけの時間が必要となる。

【0007】すなわち、チューナブルフィルタ方式のマルチスペクトルカメラは、回転フィルタ方式のマルチスペクトルカメラとほぼ同じ程度の撮像スピードであるといえる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】以上説明したように、従来の回転フィルタ方式およびチューナブルフィルタ方式のいずれも、その撮影スピードが3回/秒程度であるので、1秒当たり30枚程度のフレーム画像から成る動画のスペクトル画像を撮影することは困難である課題があった。すなわち、動きのある被写体のスペクトル画像を取得することが困難である課題があった。

【0009】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、動きのある被写体のスペクトル画像を取得できるようにすることを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の撮像装置は、異なる複数のフィルタを順次切り替えるフィルタ切替手段と、被写体を高フレームレートで連続的に撮像し、画像信号を生成する高速撮像手段と、高速撮像手段によって生成された画像信号に基づき、画像信号を構成する画素データ毎に対応するフィルタの種類を判別するフィルタ判別手段と、フィルタ判別手段の判別結果に基づき、高速撮像手段によって生成された画像信号を構成する画素データを、対応するフィルタ毎に分別する分別手段とを含むことを特徴とする。

【0011】前記異なる複数のフィルタは、光の透過帯域が異なる複数の分光フィルタであるようにすることができる。

【0012】前記フィルタ切替手段は、異なる複数のフィルタが順次配置されたフィルタ盤を含むようにすることができ、前記フィルタ盤における異なるフィルタ間の境界領域には、境界領域を挟む異なる2種類のフィルタを特定可能なマークが設けられているようにすることができ、前記フィルタ判別手段は、マークを検出するようにすることができる。

【0013】前記フィルタ盤は、円形であって異なる複数のフィルタが円周状に配置されているようにすることができ、前記マークは、円形のフィルタ盤の中心から放射状に設けられているようにすることができる。

【0014】フィルタ盤の境界領域に設けられた前記マ

ークは、所定の方向から照射されるマーク検出光を、高速撮像手段の方向に透過させるようにすることができる。

【0015】前記高速撮像手段は、撮像する画像信号の水平方向が、円形のフィルタ盤の半径と平行となるように配置することができ、前記フィルタ判別手段は、高速撮像手段によって生成された画像信号の水平方向の画素データ列に基づき、マークを検出するようにすることができる。

【0016】前記フィルタ判別手段は、高速撮像手段によって生成された画像信号の水平方向の画素データ列をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、フーリエ変換手段の出力を、予め用意されている参照データ系列とパターンマッチングするパターンマッチング手段とを含むようにすることができる。

【0017】前記高速撮像手段は、被写体を高フレームレートで連続的に撮像して、高速画像信号および加算画像信号を生成するようにすることができ、前記フィルタ判別手段は、高速撮像手段によって生成された高速画像信号に基づき、画像信号を構成する画素データ毎に対応するフィルタの種類を判別するようにすることができ、前記分別手段は、フィルタ判別手段の判別結果に基づき、高速撮像手段によって生成された加算画像信号を構成する画素データを、対応するフィルタ毎に分別するようにすることができる。

【0018】本発明の撮像方法は、異なる複数のフィルタを順次切り替えるフィルタ切替ステップと、被写体を高フレームレートで連続的に撮像し、画像信号を生成する高速撮像ステップと、高速撮像ステップの処理で生成された画像信号に基づき、画像信号を構成する画素データ毎に対応するフィルタの種類を判別するフィルタ判別ステップと、フィルタ判別ステップの処理での判別結果に基づき、高速撮像ステップの処理で生成された画像信号を構成する画素データを、対応するフィルタ毎に分別する分別ステップとを含むことを特徴とする。

【0019】本発明の記録媒体のプログラムは、異なる複数のフィルタを順次切り替える処理を制御するフィルタ切替制御ステップと、被写体を高フレームレートで連続的に撮像し、画像信号を生成する処理を制御する高速撮像制御ステップと、高速撮像制御ステップの処理によって生成された画像信号に基づき、画像信号を構成する画素データ毎に対応するフィルタの種類を判別するフィルタ判別ステップと、フィルタ判別ステップの処理での判別結果に基づき、高速撮像制御ステップの処理によって生成された画像信号を構成する画素データを、対応するフィルタ毎に分別する分別ステップとを含むことを特徴とする。

【0020】本発明のプログラムは、異なる複数のフィルタを順次切り替える処理を制御するフィルタ切替制御ステップと、被写体を高フレームレートで連続的に撮像

し、画像信号を生成する処理を制御する高速撮像制御ステップと、高速撮像制御ステップの処理によって生成された画像信号に基づき、画像信号を構成する画素データ毎に対応するフィルタの種類を判別するフィルタ判別ステップと、フィルタ判別ステップの処理での判別結果に基づき、高速撮像制御ステップの処理によって生成された画像信号を構成する画素データを、対応するフィルタ毎に分別する分別ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする。

【0021】本発明の撮像装置および方法、並びにプログラムにおいては、生成された画像信号に基づき、画像信号を構成する画素データ毎に対応するフィルタの種類が判別され、その判別結果に基づき、生成された画像信号を構成する画素データが、対応するフィルタ毎に分別される。

【0022】

【発明の実施の形態】本発明の一実施の形態であるマルチスペクトルカメラの第1の構成例について、図1を参照して説明する。

【0023】当該マルチスペクトルカメラは、記録媒体2に記録されている制御用プログラムに基づいてマルチスペクトルカメラの各部を制御する制御部1、制御用プログラムが記録されている記録媒体2、被写体の光学像を高速撮像部7の撮像面8に集光するレンズ3、撮像面8に対する入射光を制限する絞り4、異なる分光特性を有する複数の分光フィルタ21（図2）が配置されているフィルタ円盤5、フィルタ円盤5を回転駆動することによって撮像面8を覆う分光フィルタ21を切り替えるフィルタ切替部6、分光フィルタ21を透過する被写体の光学像を高速なシャッター動作に合わせて光電変換し、高速な画素データ列である高速画像信号を生成する高速撮像部7、高速画像信号を解析することによって分光フィルタ21の切り替わりをリアルタイムで検知し、検知結果に対応してフィルタ判別信号を生成するフィルタ判別部9、およびフィルタ判別信号に基づき、高速画像信号を構成する画素データをチャンネル毎に設けられたフレームメモリ105（図9）に振り分ける仕分け部10から構成される。

【0024】なお、高速撮像部7のシャッター動作は、フィルタ切替部6による分光フィルタ21の切替動作よりも十分に高速であって、両者が特に同期している必要はない。

【0025】また、フィルタ切替部6によるフィルタ円盤5の回転駆動は回転と静止を繰り返すような複雑な回転制御を必要としない。例えば、30回転／秒程度の速度で、連続的に回転していればよく、その回転速度も正確に一定である必要はない。

【0026】したがって、高速撮像部7が出力する高速画像信号には、フィルタ円盤5に配置された分光フィルタと分光フィルタの境界が撮影された画像が含まれるこ

となる。

【0027】図2は、フィルタ円盤5をレンズ3側から見た外観を示している。同図に示しように、フィルタ円盤5は、フィルタ切替部6によって回転駆動される軸23を有し、扇型であって分光特性がそれぞれ異なる複数（チャンネルの数と同数）の分光フィルタ21が境界領域22を空けて配置されている。

【0028】図2の場合、8種類の分光フィルタ21が配置されているので、当該マルチスペクトルカメラは、8チャンネル分のスペクトル画像を生成できることになる。

【0029】なお、フィルタ円盤5のうち、分光フィルタ21だけがそれぞれの分光特性に応じて入射光を高速撮像部7の撮像面8に透過するようになされており、分光フィルタ21以外の境界領域22の大部分は光を透過しない材質で生成されている。ただし、各境界領域22には、光を透過するマーキング31（図3）が設けられている。

【0030】図3は、円盤フィルタ5の各境界領域22に設けられるマーキング31を示している。マーキング31は、軸23を中心として放射ストライプ状に配置され、例えばポリカーボネート、アクリル、ガラス等、光を透過する物質が埋め込まれており、表面の向きが他の領域とは異なり、水平でない向きに加工されている。さらに、各境界領域22の各マーキング31は、埋め込まれている物質の半径方向の幅と間隔がそれぞれ異なるように形成されている。すなわち、マーキング31のパターンは、8種類存在することになる。

【0031】なお、マーキング31の円周方向の幅は、境界領域22の円周方向の幅に比較して狭く設け、マーキング31の両側に不透明な領域が設けられている。これにより、フィルタ円盤5が回転することによって、マーキング31を透過する光（後述）と、分光フィルタ21を透過する光が互いに混濁することを抑止している。

【0032】上述したように、フィルタ円盤5の回転速度は30回転／秒程度であるので、仮に高速撮像部7の撮像速度が約2000回／秒であれば、高速撮像部7が1回撮影する間のフィルタ円盤5の回転角は約5.4（ $=360 \times 30 / 2000$ ）度であるから、各境界領域22においてはマーキング31の両側の不透明な領域はそれぞれ5乃至6度でよいことになる。

【0033】さらに、図4を参照して以下に説明するように、マーキング31を透過する光のコントラストを強める工夫をすることによって、マーキング31を検出し、判別する処理にエラーが生じ難くなっている。

【0034】図4は、フィルタ円盤5付近を盤面に平行な位置から見た外観を示している。フィルタ切替部6に属する照射部41は、ほぼ直進性がある弱いレーザ光などを、フィルタ円盤5に対してごく浅い角度から照射する。以下、照射部41が照射する光を、マーク検出光

と記述する。

【0035】マーク検出光は、その照射角度が浅いので、フィルタ円盤5の境界領域22の大部分を占める不透明な部分、および分光フィルタ21に照射された場合でも、全反射してしまい、高速撮像部7の撮像面8には入射されないようになされている。しかしながら、透過物質が埋め込まれた境界領域22のマーキング31においては表面方向が加工されており、そこでマーク検出光が屈折して撮像面8に入射するようになされている。

【0036】したがって、フィルタ円盤5の回転に伴ってマーキング31が撮像面8上を通過するとき、マーキング31を透過したマーク検出光による輝度変化パターンが高速画像信号に現れることになる。

【0037】よって、高速画像信号を解析することによってマーキング31とそのパターンの違いを検知するようになれば、分光フィルタ21が、いつ、どの種類からどの種類に切り替わったかを識別することが可能となる。

【0038】次に、図5は、高速撮像部7の撮像面8の構成例を示している。撮像面8には、1画素にそれぞれ対応する複数のセル51が縦横等間隔で配置されている。セル51は入射光を電荷に変換する。

【0039】水平ライン選択信号電極52は、セル51の水平ラインに沿って配置されている。水平ライン選択信号電極52の電極の電位を制御することにより、任意の水平ライン上のセル51を、信号読み出しのために選択することができる。

【0040】信号読み出し線53は、画素の垂直ラインに沿って配置されている。信号読み出し線53は、各セル51に蓄積されている電位を読み出すことができる。2重相関サンプリング回路(CDS:Correlated Double Sampling)54は、各垂直ラインの信号読み出し線53から読み出された信号のノイズを除去する。読み出しアンプ56は、ノイズが除去された電荷信号を増幅する。ADC57は、増幅された電荷信号をデジタル信号に変換して出力する。なお、スイッチ55は、対応する垂直ラインの順にオンとされるので、読み出しアンプ56、ADC57を介して出力されるデジタルの画素データ（すなわち、高速画像信号）は、水平ライン方向にスキャンされたような順序で出力される。

【0041】なお、撮像面8とフィルタ円盤8の位置関係は、図示するように配置される。すなわち、撮像面8の中心を通る水平ラインが、フィルタ円盤8の半径に一致するように配置される。これにより、フィルタ円盤8の1つの境界領域22が、ほぼ同時に同一水平ラインを通過することになる。

【0042】図6は、セル51の構成例を示している。セル51は、特に特徴的な構成を有していないが、後述するマルチスペクトルカメラの第2の構成例における高速撮像部121（図11）に用いられる特徴的な固体撮

像素子との差異を明確にするために説明する。

【0043】セル51は、主に、高速画像信号としての画素データを読み出すための読み出しスイッチ61、フォトダイオード63の電位をリセットするためのリセットスイッチ62、および入射光を電荷に変換するフォトダイオード(PD)63から構成される。

【0044】セル51は、露光中はリセットスイッチ62、および読み出しスイッチ61がオフとされているので、フォトダイオード63における光電変換により、図中の点Aの電位が変化する。このとき、高速読み出しを実行するために読み出しスイッチ61がオンとされると、点Aの電位に応じた信号が出力端子64から出力される。この後、リセットスイッチ132がオンとされる。これにより、点Aの電位はVddの電位にリセットされる。

【0045】したがって、セル51は、上述したように、「露光による電荷蓄積」、「高速読み出し」、「リセット」が繰り返して動作するようになされている。以上、セル51の説明を終了する。

【0046】上述したように、高速撮像部7が出力する高速画像信号は、水平ライン方向にスキャンされた順序の画素データから構成されるので、ある画素データに対して、それが境界領域22に相当する画素データであるか否かは、当該画素データの以前または以後に存在する、マーキング31に対応する画素データ列のパターンを調べればよいようになされている。

【0047】ところで、フィルタ円盤8の1つの境界領域22が、ほぼ同時に同一水平ラインを通過することに関し、厳密には、撮像面8の中心付近の水平ラインでは正しいが、撮像面8の端に近い水平ラインでは正しくない。しかしながら、図7を参照して説明するように、撮像面8の配置およびサイズを設計することにより、この問題を解決することができる。

【0048】図7に示すように、撮像面8は、フィルタ円盤5の回転軸23から距離dだけ離れた位置関係にあ

$$\tan \phi = h / d \quad \cdots (1)$$

$$\tan (\phi - \theta) = (\tan \phi - \tan \theta) / (1 + \tan \phi \cdot \tan \theta) \\ = h / (d + w) \quad \cdots (2)$$

$$w = ((d^2 + h^2) \tan \theta) / (h - d \cdot \tan \theta) \quad \cdots (3)$$

【0054】ここで、露光期間中におけるフィルタ円盤5の回転角度 $\theta$ は、フィルタ円盤5の回転速度と露光時間によって決定されるが、上述した例のように、30フレーム/秒の動画出力を実現するためには、高速撮像部7の撮影速度が約2000回/秒である場合、回転角度 $\theta$ は5乃至6度となる。

【0055】さらに、距離dを10mmとし、撮像面8を対角距離が約11mm、画素ピッチが10 $\mu$ m、VGAサイズの画像出力が可能とした場合、最も条件が悪い撮像面8の一番端の水平ラインまでの中心からの距離hが約2.4mmとなるので、範囲wは約2.35mmとな

り、フィルタ円盤5は、矢印71が示す方向に回転しているものとする。

【0049】撮像面8の中心を通る水平ライン72においては、それに平行になるように境界領域22が横切るので、境界領域22が、撮像面8の中心にある画素の水平ライン72上の全ての画素を同時に横切ることになる。

【0050】一方、撮像面8の中心線から距離hだけ縦方向に移動した位置の画素の水平ライン73について考えると、境界領域22は水平ライン73にかかる瞬間に角度 $\phi$ だけ傾くので、境界領域22が、水平ライン73上の全ての画素を同時に横切ることはない。

【0051】しかしながら、当該マルチスペクトルカメラは、露光中であってもフィルタ円盤5の回転を停止させることなく一定の速度で維持するので、境界領域22のマーク21が回転方向にモーションブラー(ぶれ)を伴って撮像され、それによって同じタイミングで境界領域22にかかる同一水平ライン上の画素が増加する。

【0052】例えば図7において、露光開始タイミングに水平ライン73の左端の画素上に境界領域22の端が線分74の位置にかかったとし、露光終了タイミングまでに線分75の位置まで回転した移動した様子を示しているが、このとき水平ライン73の範囲wに配置された画素が同一フレームで境界領域22のマーキング31を受光することができる。したがって、マーキング31が範囲wに配置された画素で検出することができるよう設けられていれば、境界領域22の検出は高速画像信号の水平ライン上の画素系列の信号処理だけでおこなうことができる。

【0053】さらに具体的に説明する。フィルタ円盤5と高速撮像部7の位置関係を示す距離d、hと、角度 $\phi$ 、 $\theta$ は、次式(1)、(2)を満たす関係にある。したがって、範囲wは次式(3)によって求めることができる。

る。2.35mmを水平ライン73上の画素数に換算すると約235個となる。

【0056】したがって、235画素分の画素データ列を利用して、8種類のマーキング31を判別できるようにマーキング31を形成すればよいことになる。これは容易に実現可能である。

【0057】次に、図8は、フィルタ判別部9の構成例を示している。フィルタ判別部9は、高速画像信号が入力される入力端子81、順次入力される画素データを保持するとともに保持していた画素データを後段に出力する複数のレジスタ83が直列に接続されて成るディレイ

ライン82、ディレイライン82から供給される、レジスタ83の数に相当する画素データ列を高速フーリエ変換し、その結果の振幅成分を抽出するFFT部84、FFT部84から供給される画素データ列の振幅成分を8種類のマーキング31に対応して予め用意されている8種類の参照データ列と比較し、最も類似している参照データ列を決定するパターンマッチング部85、およびフィルタ判別信号を仕分け部10に出力する出力端子86から構成される。

【0058】なお、FFT部84によってフーリエ変換した後、その結果の振幅成分を、パターンマッチング部85でパターンマッチングすることにより、画素位置に依存して位相が変換する、マーキング31に対応するパターンに影響されることなく、任意の画素位置でマーキング31に対応するパターンを検出することが可能となる。

【0059】なお、パターンマッチング部85が生成するフィルタ判別信号は、現在入力されている高速画像信号を構成する画素データ毎に、それが撮影されたときに撮像面8を覆っていた分光フィルタ21の種類を示すか、あるいは、それが撮影されたときに撮像面8を境界領域22が覆っていたことを示す信号である。

【0060】次に、図9は、仕分け部10の構成例を示している。仕分け部10は、順次入力される画素データから成る高速画像信号をゲート102に供給する入力端子101、入力端子101からの画素データを一時的に遮断するゲート102、ゲート102を介して入力される画素データを8種類の分光フィルタ21にそれぞれ対応する8系統に分配する分配部103、分配部103からの画素データと同じ座標の画素データをフレームメモリ105から読み出し、分配部103からの画素データを加算して、同じ座標の新たな画素データとしてフレームメモリ105に記録させる加算器104、加算器104からの画素データを保持するフレームメモリ105から構成される。

【0061】さらに、仕分け部10は、入力されるフィルタ判別信号をゲート102、107に供給する入力端子106、入力端子106からのフィルタ判別信号を一時的に遮断するゲート107、および現在入力されている画素データが撮影されたときに撮像面8を覆っていた分光フィルタ21の種類を座標毎に保持するフレームメモリ108から構成される。

【0062】ゲート102は、フィルタ判別信号が「現在入力されている画素データが撮影されたとき、撮像面8を境界領域22が覆っていた」ことを示す場合、分配部103への画素データの供給を遮断し、フィルタ判別信号が「現在入力されている画素データが撮影されたときに撮像面8を覆っていた分光フィルタ21の種類」を示す場合、画素データを分配部103に供給する。

【0063】ゲート107は、フィルタ判別信号が「現

在入力されている画素データが撮影されたときに撮像面8を覆っていた分光フィルタ21の種類」を示す場合だけ、フィルタ判別信号をフレームメモリ108に供給する。

【0064】フレームメモリ108は、ゲート107からのフィルタ判別信号に基づき、座標毎の分光フィルタ21の種類を示す情報を更新する。

【0065】ゲート103は、フレームメモリ108に保持されている座標毎の分光フィルタ21の種類を示す情報に従い、ゲート102を介して入力された画素データを8種類の分光フィルタ21にそれぞれ対応する8系統に分配する。

【0066】このような構成により、8系統に分配された画素データは、それぞれ座標毎に加算されてフレームメモリ105-1乃至105-8に蓄積されることになる。そして、フィルタ円盤5が1回転する毎、フレームメモリ105-1乃至105-8に蓄積された画素データが、8チャンネル分のスペクトル画像として出力される。

【0067】マルチスペクトルカメラの全体的な動作、すなわちマルチスペクトル画像取得処理について、図10のフローチャートを参照して説明する。

【0068】ステップS1において、高速撮像部7は、一定の速度で回転し続けるフィルタ円盤5を介して入力された被写体の光学像を光電変換することによって高速画像信号を生成し、フィルタ判別部9および仕分け部10に出力する。

【0069】ステップS2において、フィルタ判別部9は、高速画像信号を解析することによって境界領域22のマーキング31を検出する。ステップS3において、フィルタ判別部9は、検出したマーキング31のパターンに基づき、マーキング31の前後に配置されている分光フィルタ21の種類を判別し、対応するフィルタ判別信号を生成して仕分け部10に出力する。

【0070】ステップS4において、仕分け部10は、フィルタ判別信号に基づき、高速画像信号を構成する画素データをチャンネル毎に設けられた、内蔵するフレームメモリ105に振り分け、フィルタ円盤5が1回転する毎にフレームメモリ105に蓄積された画素データを、8チャンネル分のスペクトル画像として出力する。以上、マルチスペクトルカメラによるマルチスペクトル画像取得処理の説明を終了する。

【0071】次に、図11は、本発明の一実施の形態であるマルチスペクトルカメラの第2の構成例を示している。この第2の構成例は、図1の第1の構成例を基本として、さらに高品質の出力画像を得るために、第1の構成例における高速撮像部7の代わりに、高速撮像部121を用いたものである。

【0072】第1の構成例では、高速撮像部7が出力する高速画像信号を、分光フィルタ21の種類の判別と、

マルチスペクトル画像を生成するために用いている。しかしながら、フィルタ判別のためには高速画像信号を用いることが必須であるが、マルチスペクトル画像を生成することに高速画像信号は必ずしも必須ではない。

【0073】高速撮影に起因する露光時間の短時間化によって感度劣化が生じ、AD変換処理において量子化ノイズが発生することを避けるためには、むしろ必要以上の速度で撮影した高速画像信号をマルチスペクトル画像の生成に用いることは好ましくない。

【0074】そこで、第2の構成例における高速撮像部121は、第1の構成例における高速撮像部7と同様の高速画像信号を出力する他、マルチスペクトル画像を生成するために、できるだけ短時間の露光をしないようにして生成した加算画像信号を出力するようになされている。

【0075】マルチスペクトルカメラの第2の構成例についてより詳細に説明する。なお、第1の構成例と対応する部分には、同一の符号を付してあり、その説明は適宜省略する。

【0076】第2の構成例において、高速撮像部121は、高速に撮像した高速画像信号を出力する他、高速画像信号を座標毎に加算蓄積し、フィルタ判別部9から供給されるフィルタ判別信号が「現在入力されている画素データが撮影されたとき、撮像面8を境界領域22が覆っていた」ことを示す場合、加算蓄積した画素データから成る加算画像信号を仕分け部122に出力する。

【0077】仕分け部122は、加算画像信号を構成する画素データを、対応する分光フィルタ21の種類に応じて分配することにより、マルチスペクトル画像を生成する。

【0078】なお、第2の構成例においては、フィルタ判別部9が出力するフィルタ判別信号は、高速撮像部121にも制御信号としても供給される。

【0079】図10は、高速撮像部121に用いられる固体撮像素子のセル（1画素に対応する）の構成例を示している。このセルは、主に、高速画像信号としての画素データを読み出すための読み出しスイッチ131、フォトダイオード136およびキャパシタ134の電位をリセットするためのリセットスイッチ132、加算画素データとしての画素データを読み出すための読み出しスイッチ133、フォトダイオードの電荷を加算するキャパシタ(Cap)134、フォトダイオード136からキャパシタ134に電荷を転送させるための転送スイッチ(Trans)135、および入射光を電荷に変換するフォトダイオード(PD)136から構成される。

【0080】当該セルは、露光中はリセットスイッチ132、転送スイッチ135、および読み出しスイッチ131がオフとされているので、フォトダイオード136における光電変換により、図中の点Aの電位が変化する。

【0081】このとき、高速読み出しを実行するために読み出しスイッチ131がオンとされると、点Aの電位に応じた信号が出力端子137から出力される。この出力は、フォトダイオード136に蓄積された電荷が移動しない非破壊読み出しでおこなわれる。なお、高速読み出しが行われる毎、その直後に転送スイッチ135がオンとされるようになされている。したがって、フォトダイオード136に蓄積された電荷がキャパシタ134に転送される。キャパシタ134への電荷の転送が完了した後、転送スイッチ135はオフとされ、リセットスイッチ132がオンとされる。これにより、点Aの電位はVddの電位にリセットされる。

【0082】このように、当該セルは、上述した「露光による電荷蓄積」、「高速読み出し」、「電荷転送」、「リセット」が繰り返して動作するようになされている。

【0083】この繰り返して動作によって、短時間の露光間隔毎の電荷を非破壊で読み出しつつ、画素内にその電荷を蓄積しつづけることができる。すなわち、加算画像信号の画素データを生成することができる。

【0084】一方、読み出しスイッチ133は、フィルタ判別信号に基づいて制御されるようになされている。具体的には、当該画素に対応するフィルタ判別信号が「現在入力されている画素データが撮影されたとき、撮像面8を境界領域22が覆っていた」ことを示す信号に変化した時点でオンとされるようになっている。読み出しスイッチ133がオンとされた場合、図中の点Bの電位に応じた電流、すなわち、キャパシタ134に蓄積された加算画像信号としての画素データが出力端子137から出力される。

【0085】加算画像信号としての画素データの出力が完了した直後、リセットスイッチ132および転送スイッチ135は、オンとされるようになされている。これにより、点A、Bにおける電位はVddにリセットされる。すなわち、加算画像信号が読み出された後は、キャパシタ134およびフォトダイオード136の電荷がリセットされる。リセット完了後、リセットスイッチ132および転送スイッチ135はオフとされる。

【0086】ここで、転送スイッチ135は、当該画素のフィルタ判別信号が「現在入力されている画素データが撮影されたとき、撮像面8を覆っていた分光フィルタ21の種類」を示す信号に変化するまでの期間においてオンとされないように制御される。

【0087】すなわち、当該画素が境界領域22に覆われた直後に、キャパシタ134に蓄積されている電荷、すなわち、加算画像信号の画素データは読み出されて、キャパシタ134はリセットされ、その後、当該画素が境界領域22に覆われている期間はキャパシタ134に対する電荷転送がおこなわれない。

【0088】したがって、当該画素が境界領域22に覆われた期間中は「電荷蓄積」、「高速読み出し」、「リ



セット」が繰り返されることになる。その後、フィルタ判別信号が「現在入力されている画素データが撮影されたとき、撮像面8を覆っていた分光フィルタ21の種類」を示す信号に変化した場合、その時点で、転送スイッチ135をオンとする制御が可能とされ、上述した「電荷蓄積」、「高速読み出し」、「電荷転送」、「リセット」の繰り返し動作に戻るようになされている。以上、高速撮像部121に用いられるセルの説明を終了する。

【0089】第2の構成例における仕分け部122について説明する。仕分け部122は、図9に示した第1の構成例における仕分け部10と同様に構成される。ただし、仕分け部122の入力端子101には、高速撮像部121からの加算画像信号が入力される。

【0090】ところで、高速撮像部121のセルは、上述したように、当該画素に対応するフィルタ判別信号が「現在入力されている画素データが撮影されたとき、撮像面8を境界領域22が覆っていた」ことを示す信号に変化した時点で加算画像信号の画素データを出力するようになされている。そこで、仕分け部122のゲート102も、当該画素に対応するフィルタ判別信号が「現在入力されている画素データが撮影されたとき、撮像面8を境界領域22が覆っていた」ことを示す信号に変化した時点で、入力端子101からの加算画像信号を通過させるように制御する。

【0091】なお、ゲート102を介して分配部103以降の8系統のそれぞれに入力される加算画像信号を構成する画素データは、既にフィルタ円盤5の1回転周期分だけ電荷が蓄積された値である。したがって加算器104を省略してもかまわない。

【0092】マルチスペクトルカメラの第2の構成例の全体的な動作は、図10のフローチャートを参照して上述した第1の構成例に対する説明と同様であるので、その説明は省略する。

【0093】以上のように、本発明を適用したマルチスペクトルカメラによれば、従来不可能であったマルチスペクトル画像を高速で連続的に撮影することが可能となる。これによって、従来で困難であった動被写体の分光解析や、分光情報を利用した画像処理等が比較的安価なシステムで可能になる。

【0094】また、取得されるマルチスペクトル画像を用いれば、通常のRGB画像（3チャンネル画像）よりも正確な色再現が可能となるので、ビデオカメラ製品等の

画質改善などにも利用できる。

【0095】なお、本明細書において、記録媒体に記録されるプログラムを記述するステップは、記載された順序に従って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

【0096】また、本明細書において、システムとは、複数の装置により構成される装置全体を表すものである。

【0097】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、動きのある被写体のスペクトル画像を取得することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態であるマルチスペクトルカメラの第1の構成例を示すブロック図である。

【図2】図1のフィルタ円盤5の外観を示す図である。

【図3】フィルタ円盤5の境界領域22に設けられるマーキング31を示す図である。

【図4】フィルタ円盤5付近を盤面の真横から見た外観を示している。

【図5】撮像面8の構成例を示す図である。

【図6】図5の固体撮像素子のセル51の構成例を示すブロック図である。

【図7】撮像面8とフィルタ円盤5の位置関係を説明するための図である。

【図8】図1のフィルタ判別部9の構成例を示すブロック図である。

【図9】図1の仕分け部10の構成例を示すブロック図である。

【図10】マルチスペクトルカメラによるマルチスペクトル画像取得処理を説明するフローチャートである。

【図11】本発明の一実施の形態であるマルチスペクトルカメラの第2の構成例を示すブロック図である。

【図12】図11の高速撮像部121に固体撮像素子のセルの構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

5 フィルタ円盤、 6 フィルタ切替部、 7 高速撮影部、 8 撮像面、 9 フィルタ判別部、 10 仕分け部、 21 分光フィルタ、 22 境界領域、 31 マーキング、 41 照射部、 121 高速撮像部、 122 仕分け部

【図1】

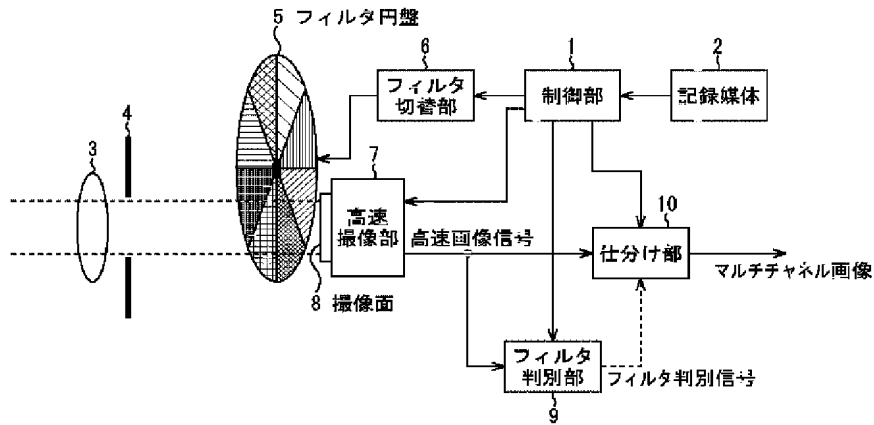
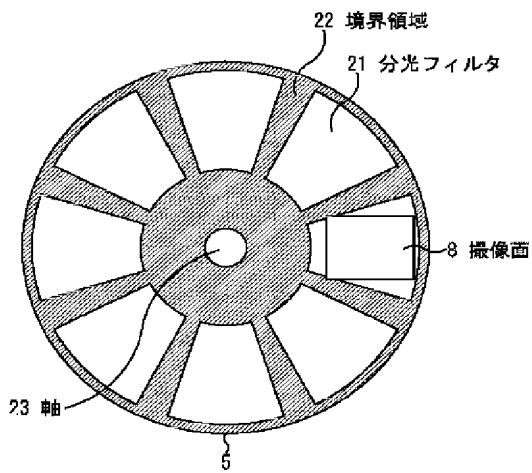


図1

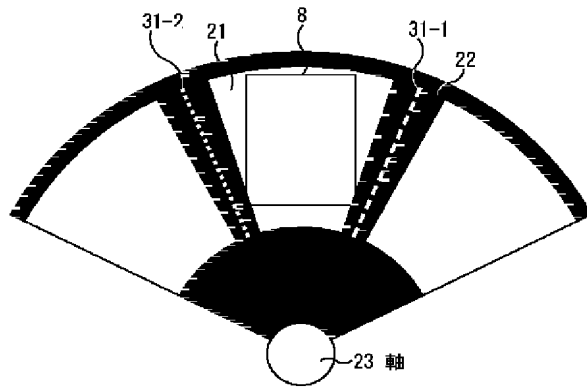
【図2】

図2



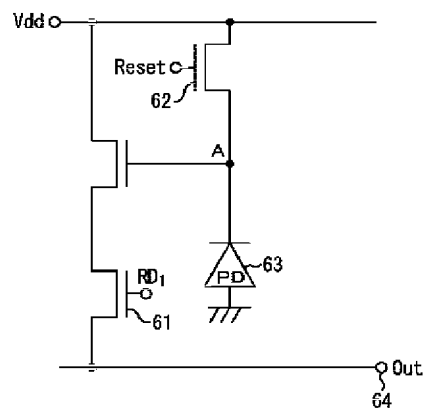
【図3】

図3

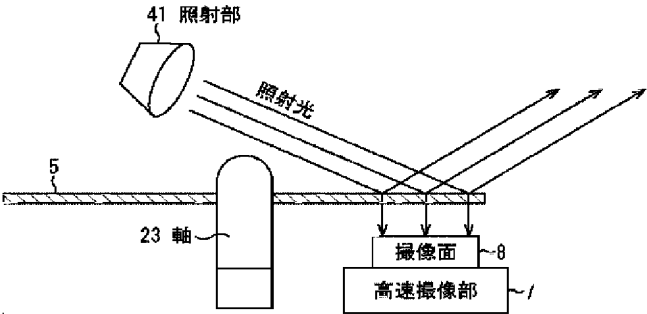


【図6】

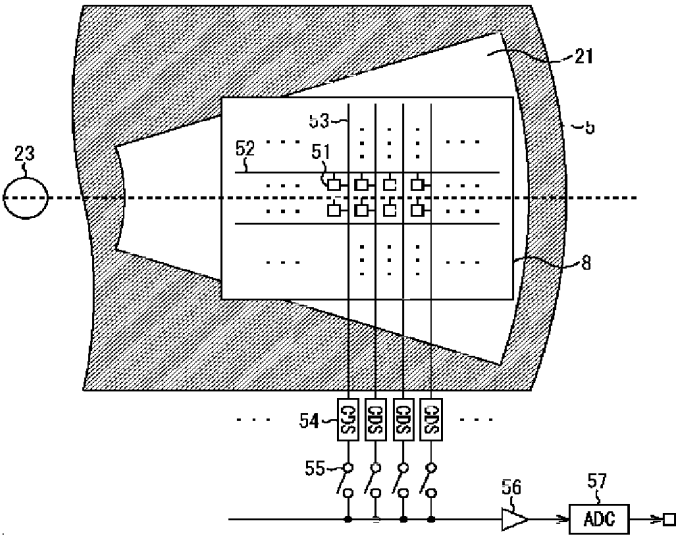
図6



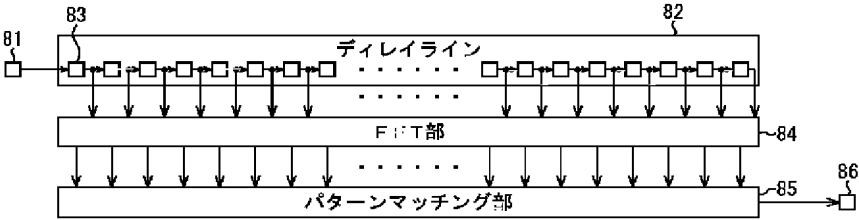
【図4】



【図5】



【図8】



【図10】

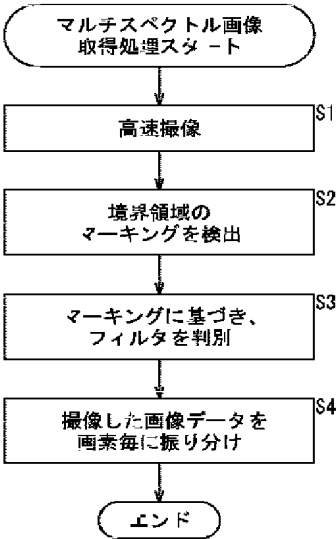
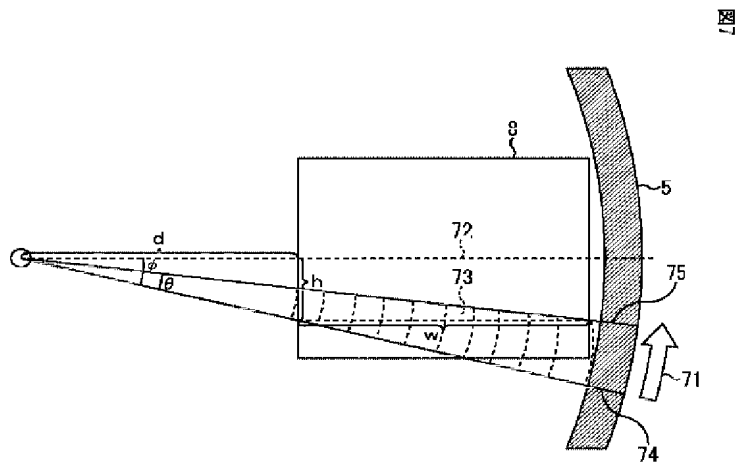


図4 図10

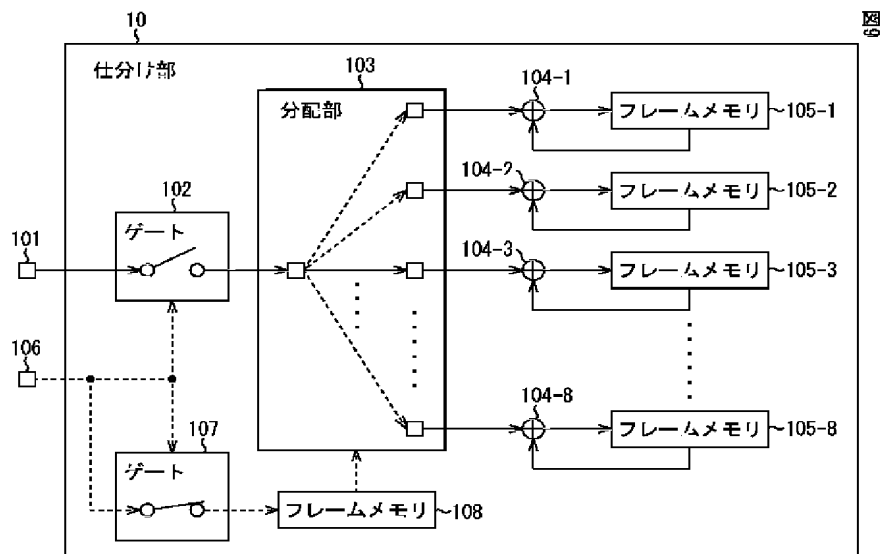
図5

図8

【図 7】



【図 9】



【図 11】

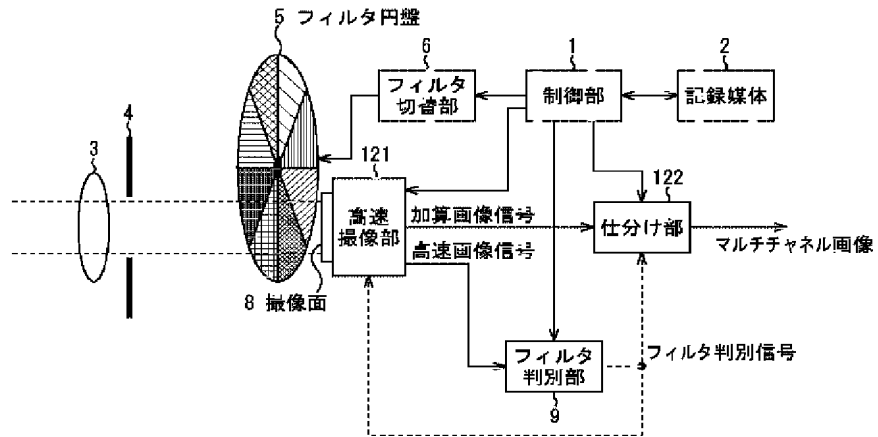


図 11

【図 12】

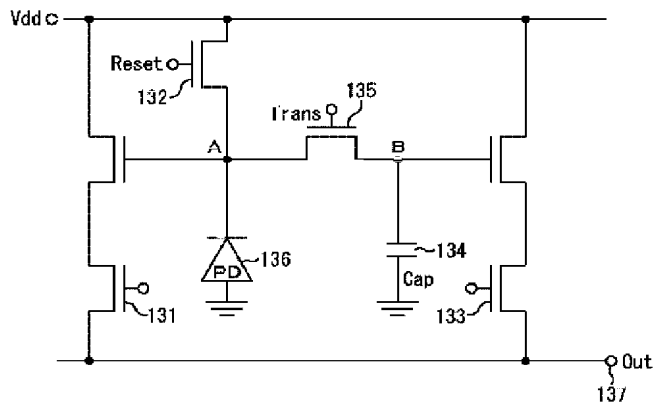


図 12